



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 60 494 B3** 2004.02.05

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 60 494.0**  
(22) Anmeldetag: **21.12.2002**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **05.02.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **C02F 1/06**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
**KBH Engineering GmbH, 86343 Königsbrunn, DE**

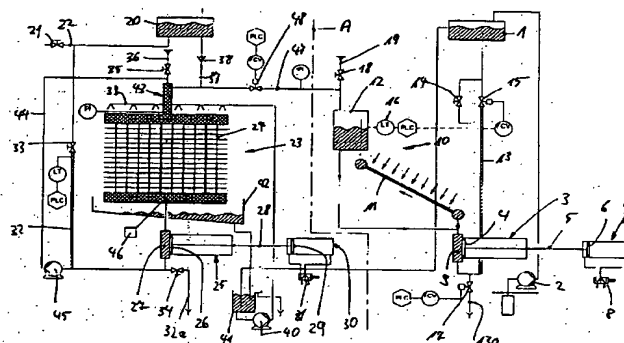
(72) Erfinder:  
**Hausmann, Kurt, 86343 Königsbrunn, DE**

(74) Vertreter:  
**Munk, L., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 86150 Augsburg**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 33 45 937 C2**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Erzeugung einer Reinflüssigkeit aus einer Rohflüssigkeit**

(57) Zusammenfassung: Bei der Erzeugung von Süßwasser aus Salzwasser oder dergleichen durch in einer Verdampfungseinrichtung (10) unter Unterdruck stattfindende Verdampfung der Rohflüssigkeit und Kondensation des Dampfes in einer mit dem Dampfaustrag der Verdampfungseinrichtung (10) verbundenen Kondensationseinrichtung (23), lassen sich dadurch eine hohe Verdampfungsleistung und gute Wirtschaftlichkeit erreichen, dass die Verdampfungseinrichtung (10) und die Kondensationseinrichtung (23) in voneinander getrenntem Zustand mit Rohflüssigkeit bzw. Reinflüssigkeit gefüllt und anschließend jeweils durch Volumenvergrößerung unter hermetischem Abschluss mit Unterdruck beaufschlagt werden und dass die Verdampfungseinrichtung (10) und die Kondensationseinrichtung (23) erst in unter Unterdruck stehendem Zustand strömungsmäßig miteinander verbunden werden.



BEST AVAILABLE COPY

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer Reinflüssigkeit aus einer Rohflüssigkeit, insbesondere zur Erzeugung von Süßwasser aus Salzwasser, durch in einer Verdampfungseinrichtung unter Unterdruck stattfindende Verdampfung der Rohflüssigkeit und Kondensation des Dampfes in einer mit dem Dampfaustrag der Verdampfungseinrichtung verbundenen Kondensationseinrichtung.

[0002] Die Erfindung betrifft ferner eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung mit wenigstens einer Verdampfungseinrichtung, die mit Rohflüssigkeit versorgbar ist und in der ein Unterdruck erzeugbar ist, und mit wenigstens einer Kondensationseinrichtung, die über eine Verbindungsleitung mit Dampf aus wenigstens einer vorgeordneten Verdampfungseinrichtung beaufschlagbar ist.

[0003] Ein Verfahren und eine Vorrichtung dieser Art sind aus der DE 33 45 937 A1 bekannt. Hierbei ist die Verbindungsleitung zwischen Verdampfungseinrichtung und Kondensationseinrichtung nicht absperrbar. Zur Erzeugung des gewünschten Unterdrucks ist die Verdampfungseinrichtung mit wenigstens einem mit Rohflüssigkeit gefüllten, zumindest um die Höhe der durch den Umgebungsluftdruck erzeugbaren Wassersäule oberhalb eines Wasserspiegels angeordneten Behälter verbunden, der mit einer in den Wasserspiegel eintauchenden, absperrbaren Fallleitung versehen ist. Durch Öffnen der Fallleitung strömt Flüssigkeit ab, wodurch bei verhinderter Belüftung der Verdampfungseinrichtung in dieser ein Unterdruck erzeugt wird, der hier über die nicht geschlossene Verbindungsleitung in die Kondensationseinrichtung durchschlägt. Infolge der benötigten Hochlage des Behälters und des Eintauchens des unteren Endes der Fallleitung in einen vorhandenen Wasserspiegel ergeben sich eine vergleichsweise große Bauhöhe und ein vergleichsweise hoher Bauaufwand. Dennoch ist der erzielbare Unterdruck infolge der vorhandenen Verbindung zwischen Verdampfungseinrichtung und Kondensationseinrichtung vergleichsweise gering. Hinzu kommt, dass sich in der Flüssigkeit, in die die Fallleitung eintaucht, durch Ausgasung etc. entstandene Gasbläschen befinden können, die sich am unteren Ende der Fallleitung sammeln und in dieser hochsteigen können, was zu einer weiteren Beeinträchtigung des erzielbaren Unterdrucks führen kann.

[0004] Hiervon ausgehend ist es daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung eingangs erwähnter Art zu schaffen, womit eine Hohe Verdampfungsleistung bei niedrigem Siedepunkt und damit eine hohe Wirtschaftlichkeit gewährleistet werden.

[0005] Diese Aufgabe wird in Verbindung mit dem gattungsgemäßen Verfahren durch das Kennzeichen des Anspruchs 1 und in Verbindung mit der gattungsgemäßen Vorrichtung durch das Kennzeichen des Anspruchs 8 gelöst.

[0006] Die erfindungsgemäßen Maßnahmen ergeben in vorteilhafter Weise einen hohen Evakuierungsgrad und damit eine hohe Verdampfungsleistung bei vergleichsweise geringen Temperaturen, wie sie in vorteilhafter Weise mit einfachen Solarkollektoren oder dergleichen erreicht werden können. In vorteilhafter Weise lassen sich die erfindungsgemäßen Maßnahmen auch im Rahmen einer sehr kompakten und dementsprechend wartungsfreundlichen Anordnung realisieren. Mit den erfindungsgemäßen Maßnahmen wird daher die oben genannte Aufgabe auf höchst einfache und kostengünstige Weise gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Fortbildungen der übergeordneten Maßnahmen sind in den Unteransprüchen angegeben. So kann die Verdampfungseinrichtung zweckmäßig aus einem Erhitzer und einem diesem nachgeordneten Separator bestehen. Dies ermöglicht eine direkte oder indirekte Erwärmung des zu verdampfenden Rohwassers außerhalb des Separators und ergibt daher eine hohe konstruktive Freizügigkeit.

[0008] Eine weitere vorteilhafte Maßnahme zur Leistungssteigerung kann darin bestehen, dass die Kondensationseinrichtung während des Kondensationsbetriebs gekühlt wird. Die in diesem Zusammenhang anfallende Wärme kann in vorteilhafter Weise zur Vorwärmung des zu verdampfenden Rohwassers verwendet werden.

[0009] Eine weitere, besonders zu bevorzugende Maßnahme kann darin bestehen, dass die Kondensationseinrichtung während des Kondensationsbetriebs zu Rüttelbewegungen angeregt wird. Hierdurch wird verhindert, dass sich auf der Kondensatseite der Kondensationseinrichtung Wassertropfen bilden, die den Wärmedurchgang und damit die Kondensation beeinträchtigen können. Vielmehr wird durch die Rüttelbewegungen erreicht, dass die Tropfen schnell ablaufen und kondensatseitig nur eine sehr dünne Wasserschicht vorhanden ist.

[0010] Eine weitere vorteilhafte Maßnahme kann darin bestehen, dass der von der Verdampfungseinrichtung kommende Dampf mittels einer Injektionseinrichtung in die Kondensationseinrichtung hineingepumpt wird: Dies ermöglicht in vorteilhafter Weise eine Druckerhöhung innerhalb der Kondensationseinrichtung, was sich ebenfalls günstig auf die Beschleunigung des Kondensationsvorgangs auswirkt.

[0011] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Fortbildungen der übergeordneten Maßnahmen sind in den restlichen Unteransprüchen angegeben und aus der nachstehenden Beispielsbeschreibung anhand der Zeichnung näher entnehmbar.

[0012] In der nachstehend beschriebenen Zeichnung zeigen:

[0013] Fig. 1 ein Funktionsschema einer Meerwasserentsalzungsanlage mit einer Verdampfungseinrichtung und einer Kondensationseinrichtung,

[0014] **Fig. 2** ein Funktionsschema einer Meerwasserentsalzungsanlage mit mehreren Verdampfungs- und Kondensationseinrichtungen,

[0015] **Fig. 3** einen Schnitt durch eine einer Kondensationseinrichtung zugeordnete Injektionseinrichtung und

[0016] **Fig. 4** eine Seitenansicht eines rüttelbaren Kondensators.

[0017] Hauptanwendungsgebiet der Erfindung ist die Entsalzung von Meerwasser, also die Erzeugung von Süßwasser aus Salzwasser. Die erfindungsgemäße Anlage ist daher zweckmäßig am Ufer eines Meeres installiert, aus dem das benötigte Salzwasser in praktisch unbegrenzte Menge entnommen werden kann.

[0018] Anlagen hier vorliegender Art enthalten jeweils eine Verdampferseite und eine Kondensatorseite. In **Fig. 1** ist eine strichpunktierte Trennlinie A eingezeichnet, wobei sich rechts von dieser Trennlinie die Verdampferseite und links davon die Kondensatorseite befinden. Die Verdampferseite enthält einen als oben offene Wanne ausgebildeten Rohwasserbehälter 1, der durch eine Pumpe 2 mit Meerwasser versorgbar ist. Unter dem Rohwasserbehälter 1 befindet sich ein tiefer als dieser angeordnetes Zylinder-Kolbenaggregat 3, das einen in einem Zylinder angeordneten Kolben 4 aufweist, der über eine Kolbenstange 5 mit dem Kolben 6 eines gleichhubigen, hydraulisch oder vorzugsweise pneumatisch betätigbaren Zylinder-Kolbenaggregats 7 verbunden ist, das an eine geeignete, nicht näher dargestellte Energiequelle, hier in Form einer Druckölquelle angeschlossen und mittels eines Steuerschiebers 8 steuerbar ist. Das Zylinder-Kolbenaggregat 3 besitzt einen vom Kolben 4 begrenzten Arbeitsraum 9, der durch eine Bewegung des Kolbens 4 innerhalb des zugeordneten Zylinders vergrößert- bzw. verkleinert ist.

[0019] Niveaumäßig über dem Zylinder-Kolbenaggregat 3 befindet sich eine Verdampfungseinrichtung 10. Diese enthält einen Erhitzer 11 und einen diesem nachgeordneten Separator 12. Der Erhitzer 11 ist im dargestellten Beispiel als Sonnenkollektor ausgebildet, so dass sich praktisch eine direkte Beheizung durch Solarenergie ergibt. Es wäre aber auch denkbar, den Erhitzer in einen Wärmetauscher zu integrieren und über einen Sekundärheizkreis zu beheizen, wie beispielsweise in **Fig. 2** rechts angedeutet ist. Der Separator 12, in welchem eine Trennung von Wasser und Dampf herbeigeführt wird, befindet sich niveaumäßig oberhalb des Erhitzers 11, aber noch unterhalb des Rohwasserbehälters 1. Die Verdampfungseinrichtung 10 mit Erhitzer 11 und Separator 12 und der Arbeitsraum 9 des Zylinder-Kolbenaggregats bilden ein miteinander verbundenes, nach außen abschließbares Gefäßsystem. Hierzu sind der Arbeitsraum 9 mit der Unterseite des Erhitzers 11 und dessen Oberseite mit dem Separator 12 und dieser mit dem Arbeitsraum 9 leitungsmäßig verbunden. Die vom Separator 12 zum Arbeitsraum 9 führende Leitung geht vom Boden des Separators 12 ab. Die vom

Erhitzer 11 zum Separator 12 führende Leitung mündet im oberen Bereich des Separators 12 aus.

[0020] Vom Rohwasserbehälter 1 führt eine durch eine Ventilanordnung absperzbare Ladeleitung 13 zur Unterseite des Arbeitsraums 9. Im dargestellten Beispiel enthält die der Ladeleitung 13 zugeordnete Ventilanordnung 2 parallele Zweige mit jeweils einem Ventil 14 bzw. 15, von denen eines, hier das Ventil 15, mittels eines dem Separator 12 zugeordneten Niveaureglers 16 steuerbar ist. Vom unteren Bereich der Ladeleitung 13 geht ein durch ein Ventil 17 absperrender Entleerungsstutzen 13a ab. Vom oberen Bereich des Separators 12 geht ein mittels eines Ventils 18 absperrender Entlüftungsstutzen 19 ab.

[0021] Die Kondensatorseite enthält einen auf gleichem Niveau wie der Rohwasserbehälter 1 angeordneten Reinwasserbehälter 20, der über einen mittels eines Ventils 21 absperrenden, mit einer Reinwasserquelle verbundenen Zulauf 22 mit Reinwasser beaufschlagbar ist. Niveaumäßig unterhalb des Reinwasserbehälters 20 befindet sich eine Kondensationseinrichtung 23, die hier einen Röhrenkondensator 24 enthält. Unterhalb des Kondensators 24 befindet sich ein Zylinder-Kolbenaggregat 25, dessen Kolben 26 einen Arbeitsraum 27 begrenzt und über eine Kolbenstange 28 mit dem Kolben 29 eines gleichhubigen, vorzugsweise wie das Zylinder-Kolbenaggregat 7 betätigbaren Zylinder-Kolbenaggregats 30 verbunden ist, das mit derselben Druckmittelquelle wie das Zylinder-Kolbenaggregat 7 verbunden sein kann und durch einen Steuerschieber 31 steuerbar ist.

[0022] Vom Reinwasserbehälter 20 geht eine Ladeleitung 32 zum unteren Bereich des Arbeitsraums 27. Die Ladeleitung 32 ist mittels eines Ventils 33 absperrend. Von der Ladeleitung 32 geht ein mittels eines Ventils 34 absperrender Entleerungsstutzen 32a ab. Vom Eingang des Kondensators 24 geht ein mittels eines Ventils 35 absperrender Entlüftungsstutzen 36 ab. Der Eingang des Kondensators 24 ist ferner über eine Entladeleitung 37, in der sich ein Rückschlagventil 38 befindet, mit dem Reinwasserbehälter 20 verbunden. Das Rückschlagventil 38 ist so ausgebildet, dass es in Richtung zum Reinwasserbehälter 20 hin öffnet.

[0023] Der Kondensator 24 und der Arbeitsraum 27 des Zylinder-Kolbenaggregats 25 bilden ein verbundenes Gefäßsystem, das nach außen abschließbar ist. Hierzu ist der Arbeitsraum 27 an die Unterseite des Kondensators 24 angeschlossen. Die durch eine Bewegung des Kolbens 26, hier nach rechts, erreichbare, maximale Volumenvergrößerung des Arbeitsraums 27 ist zweckmäßig größer als das Fassungsvermögen des Kondensators 24 auf der Kondensatorseite.

[0024] Dem Kondensator 24 ist hier eine Kühleinrichtung zugeordnet. Diese enthält im dargestellten Ausführungsbeispiel eine den auf seiner Innenseite mit Dampf beaufschlagten Kondensator 24 auf seiner Außenseite beaufschlagende Sprüheinrichtung 39, die über eine zugeordnete Kühlwasserpumpe 40 mit

Kühlwasser, vorzugsweise Rohwasser, beaufschlagbar ist. Der Kühlwasserpumpe **40** ist hierzu ein Kühlwasserbehälter **41** zugeordnet, der über eine vom Rohwasserbehälter **1** abgehende Versorgungsleitung mit Rohwasser versorgbar ist. Das vom Kondensator **24** ablaufende Kühlwasser wird durch eine den Kondensator **24** unterfassende Auffangwanne **42** aufgefangen, von der eine Rücklaufleitung zum Kühlwasserbehälter **41** führt.

[0025] Dem Dampfeingang des Kondensators **24** ist eine Injektionseinrichtung **43** zugeordnet, die im Zusammenhang mit der **Fig. 3** noch näher beschrieben werden wird. Diese Injektionseinrichtung enthält ein Venturirohr, das mit Reinwasser beaufschlagt wird. Der Injektionseinrichtung **43** ist daher eine Versorgungsleitung **44** zugeordnet, die mit einer saugseitig am Arbeitsraum **27** liegenden Pumpe **45** versehen ist. Durch die Injektoreinrichtung **43** wird innerhalb des Kondensators **24** eine Druckerhöhung erreicht, was den Kondensationseffekt verbessert.

[0026] Zur weiteren Verbesserung des Kondensationseffekts kann der Kondensator **24** als Schwingkondensator ausgebildet sein, der während des Kondensationsbetriebs mittels eines Schwingungsgenerators **46** zu Rüttelbewegungen angeregt wird, wie im Zusammenhang mit der **Fig. 4** noch näher beschrieben werden wird.

[0027] Die Verdampferseite und die Kondensatorseite sind durch eine vom Ausgang des Separators **12** abgehende und zum Eingang des Kondensators **24** führende Verbindungsleitung **47** miteinander verbunden. Diese ist mittels eines Ventils **48** absperrenbar. Dieses ist zweckmäßig mittels einer Steuereinrichtung, vorzugsweise in Form einer sogenannten SPS, steuerbar. Dies gilt auch für die Ventile **15**, **17** und **33**. Die anderen Ventile können zweckmäßig als manuell betätigbare Ventile ausgebildet sein.

[0028] Zur Inbetriebnahme der Anlage wird zunächst der Rohwasserbehälter **1** mittels der zugeordneten Pumpe **2** mit Meerwasser gefüllt. An den Überlauf des Rohwasserbehälters **1** ist der Kühlwasserbehälter **41** angeschlossen. Alle Ventile sind geschlossen, nur das manuelle Entlüftungsventil **18** wird geöffnet. Der Kolben **4** des Zylinder-Kolbenaggregats **3** befindet sich in seiner dem kleinsten Volumen des Arbeitsraums **9** zugeordneten, hier linken Endstellung, wie in **Fig. 1** angedeutet. Durch Öffnen des manuellen Ventils **14** wird die Verdampferseite geflutet, bis das Rohwasser am Entlüftungsstutzen **19** austritt. Sobald dies der Fall ist, werden die Ventile **18** und **14** geschlossen.

[0029] Im Bereich der Kondensatorseite sind alle Automatikventile und manuellen Ventile zunächst geschlossen. Zunächst wird nun, der Reinwasserbehälter **20** durch Öffnen des Ventils **21** zu etwa 1/3 mit von außen zugeführtem Reinwasser gefüllt. Anschließend wird das Ventil **21** wieder geschlossen. Abschließend wird das Entlüftungsventil **35** geöffnet. Der Kolben **26** des Zylinder-Kolbenaggregats **25** befindet sich in seiner dem kleinsten Volumen des Ar-

beitsraums **27** zugeordneten, hier linken Endstellung. Durch Öffnen des in der Ladeleitung **32** angeordneten Ventils **33** wird nun das gesamte Kondensatorsystem geflutet, bis Wasser am Entlüftungsstutzen **36** austritt. Sobald dies der Fall ist, werden die Ventile **35** und **33** geschlossen.

[0030] Durch Aktivierung der Zylinder-Kolbenaggregate **7** und **30** durch entsprechende Ansteuerung bzw. Betätigung der zugeordneten Steuerschieber **8** bzw. **31** werden die Kolben **4** und **26** der Zylinder-Kolbenaggregate **3** und **25** in die der in **Fig. 1** gezeichneten Endstellung gegenüberliegende Endstellung gefahren, wodurch die von den Kolben **4** bzw. **26** jeweils begrenzten Arbeitsräume **9** bzw. **27** bis auf ihr maximales Volumen vergrößert werden. Dabei sinkt auf der Verdampferseite der Flüssigkeitsstand im Separator **12** auf die gezeichnete Arbeitsposition ab. Die durch die Bewegung des Kolbens **4** erreichbare Volumenvergrößerung ist dementsprechend kleiner als das Gesamtfassungsvermögen des Separators **12**. Auf der Kondensatorseite sinkt der Flüssigkeitsstand bis unterhalb der Mitte des zugeordneten Zylinder-Kolbenaggregats **25** ab. Die durch die Bewegung des Kolbens **26** des Zylinder-Kolbenaggregats **25** erzielbare Volumenvergrößerung ist dementsprechend größer als das innere, das heißt das kondensatseitige Fassungsvermögen des Kondensators **24**. Im genannten Fall entspricht die genannte Volumenvergrößerung mehr als dem Doppelten des Fassungsvermögens des Kondensators **24**.

[0031] Die den Arbeitsraum **9** und die Verdampfungseinrichtung **10** bzw. den Arbeitsraum **27** und den Kondensator **24** enthaltenden Gefäßsysteme sind nach außen hermetisch abgeschlossen. Durch die Volumenvergrößerung der Arbeitsräume **9** bzw. **27** ergibt sich in diesen nach außen hermetisch abgeschlossenen Gefäßsystemen ein nahezu vollständiges Vakuum bzw. jedenfalls ein sehr hoher Unterdruck. Dies führt dazu, dass das Wasser im gesamten System bereits bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen siedet.

[0032] Die dem Verdampfer **11** zugeführte Heizenergie, hier die direkt zugeführte Sonnenergie, hält diesen Siedevorgang aufrecht. Auf der Kondensatorseite wird durch Zuschalten der Pumpe **40** die Kühleinrichtung in Betrieb genommen. Gleichzeitig wird durch Einschalten der Pumpe **45** die Injektionseinrichtung **43** in Betrieb genommen. Durch Öffnen des in der Verbindungsleitung **47** vorgesehenen Ventils **48** strömt nun Dampf aus dem Separator **12** in den Kondensator **24**. Die Injektionseinrichtung **43** bewirkt dabei eine Druckerhöhung, welche eine Kondensation bei höherer Temperatur ermöglicht und damit auch die Temperaturdifferenz zwischen der Kondensationstemperatur und der Temperatur an der Außenseite des Kondensators erhöht. Die im dargestellten Ausführungsbeispiel als mit Rohwasser beaufschlagbare Sprüheinrichtung **39** ausgebildete Kühleinrichtung erreicht daher einen sehr hohen Wirkungsgrad, was die Kondensationsleistung noch ver-

größert.

[0033] Das an der Außenseite des Kondensators **24** verdunstende Wasser wird kontinuierlich aus dem Überlauf vom Rohwasserbehälter **1** zum Kühlwasserbehälter **41** nachgefüllt. Zur weiteren Leistungssteigerung könnte dem Kondensator **24** auch ein Gebläse zugeordnet sein, wodurch sich eine Kühlturnwirkung erreichen ließe.

[0034] Um eine Aufkonzentration von Salz im Kühlwasserbehälter **41** zu vermeiden, wird der vom Rohwasserbehälter **1** kommende Überlauf direkt in den Bereich der Saugseite der Pumpe **40** geführt. Dadurch wird dieselbe Menge an geringfügig aufkonzentriertem Salzwasser im Rücklauf des Kühlkreises in den vom Kühlwasserbehälter **41** abgehenden Überlauf fließen, wie Wasser vom Rohwasserbehälter **1** nachströmt.

[0035] Zur weiteren Leistungssteigerung des Kondensators **24** kann der Schwingungsgenerator **46** im Betrieb genommen werden. Dieser ist so ausgebildet, dass er den zugeordneten Kondensator **24** zu Schwingungen im Frequenzbereich von 5 – 20 000 Hz erregen kann. Hierdurch lässt sich die Effektivität des Kondensators **24** stark erhöhen.

[0036] Das Niveau des siedenden Wassers im Separator **12** wird durch automatisches Nachfüllen aus dem Rohwasserbehälter **1** konstant gehalten. Hierzu dient der dem Separator **12** zugeordnete Niveauregler **16**, durch den das in der Ladeleitung **13** angeordnete Ventil **15** betätigbar ist.

[0037] Durch die fortwährende Kondensation im Kondensator **24** steigt der Flüssigkeitsstand auf der Kondensatorseite laufend an. Wenn dieses Niveau die Unterseite des Kondensators **24** erreicht hat, bewirkt ein von einem geeigneten Niveauwächter abgegebenes Signal, dass das in der Verbindungsleitung **47** angeordnete Ventil **48** geschlossen und der Steuerschieber **31** umgeschaltet wird, wodurch der Kolben **26** des Zylinder-Kolbenaggregats **25** in Richtung Verkleinerung des Arbeitsraums **27** bewegt wird. Hierdurch wird das angesammelte, kondensierte und damit entsalzte Wasser über die mit dem Rückschlagventil **38** versehene Entladeleitung **37** in den Reinwasserbehälter **20** gedrückt. Nach Erreichen des kleinsten Volumens des Arbeitsraums **27** schaltet der Steuerschieber **31** automatisch um, wodurch der Kolben **26** wieder in die andere Richtung bewegt und so erneut ein hohes Vakuum erzeugt werden. Anschließend kann das Ventil **48** in der Verbindungsleitung **47** wieder geöffnet werden, wodurch ein neuer Zyklus beginnen kann. Auch auf der Verdampferseite kann das Vakuum aufgefrischt werden, indem das Zylinder-Kolbenaggregat **3** bei abgeschlossenem, zugeordnetem Gefäßsystem, wie eingangs geschildert, betätigt wird.

[0038] Die Anordnung gemäß **Fig. 2** unterscheidet sich von der Anordnung gemäß **Fig. 1** lediglich dadurch, dass zwei Verdampfungs-einrichtungen **10a**, **10b** und zwei Kondensationseinrichtungen **23a**, **23b** vorgesehen sind. Die Verdampfungs-einrichtung **10a**

ist durch eine Verbindungsleitung **47a** mit Ventil **48a** mit der Kondensationseinrichtung **23a** verbunden. Die Verdampfungs-einrichtung **10b** ist über eine Verbindungsleitung **47b** mit Ventil **48b** mit der Kondensationseinrichtung **23b** verbunden. Jeder Verdampfungs-einrichtung und jeder Kondensationseinrichtung ist jeweils ein Zylinder-Kolbenaggregat **3a**, **3b** bzw. **25a**, **25b** zugeordnet. Eine Besonderheit gegenüber **Fig. 1** besteht darin, dass der Erhitzer **11a** der Verdampfungs-einrichtung **10a** hier nicht direkt beheizt wird, sondern wie weiter oben schon erwähnt wurde, indirekt. Hierzu ist ein Wärmetauscher **50** vorgesehen, dessen eine Seite den Erhitzer **11a** der Verdampfungs-einrichtung **10a** bildet und dessen andere Seite in einem Sekundärheizkreis **51** liegt, der über einen Sonnenkollektor **52** führt. Der Erhitzer **11b** der Verdampfungs-einrichtung **10b** und der Kondensator der Kondensationseinrichtung **23a** bilden ebenfalls einen Wärmetauscher **53**, der bewirkt, dass die Kondensationswärme der Kondensationseinrichtung **23** gleichzeitig zur Erhitzung des den Erhitzer **11b** durchströmenden Rohwassers Verwendung findet. Zweckmäßig können die Wärmetauscher **50** bzw. **53** als Plattenwärmetauscher ausgebildet sein.

[0039] Dem Dampfeingang der Kondensationseinrichtungen kann jeweils, wie weiter oben schon erwähnt wurde, eine Injektionseinrichtung **43** zugeordnet sein. Ein Beispiel ist in **Fig. 3** dargestellt. Die hier dargestellte Injektionseinrichtung **43** enthält ein Venturirohr **55**, das mit einer Einschnürung versehen ist und dessen Innenraum mit einem Reinwasser-Strahl beaufschlagt wird. Hierzu ist die der Injektionseinrichtung **43** zugeordnete Versorgungsleitung **44** im Bereich der genannten Einschnürung mit einer Strahldüse **56** versehen. Das Venturirohr **55** ist im Bereich der Einschnürung mit radialen Ausnehmungen **57** versehen, die eine Verbindung zu einem umgebenden Ringraum **58** bilden, der mit der Verbindungsleitung **47** kommuniziert. Durch den von der Düse **56** erzeugten Reinwasser-Strahl wird ein Unterdruck erzeugt, durch den Dampf aus dem Ringraum **58** über die radialen Ausnehmungen **57** nach innen gezogen und in den zugeordneten Kondensator **24** hineingedrückt wird, bei dem es sich im dargestellten Beispiel um einen Röhrenkondensator handelt, der innen mit Dampf beaufschlagt wird und außen durch Luft oder zusätzliches Kühlmittel gekühlt werden kann.

[0040] Eine besonders gute Kondensatorleistung lässt sich, wie oben ebenfalls schon erwähnt wurde, dadurch erreichen, dass der Kondensator während des Kondensationsbetriebs mittels des Schwingungsgenerators **46** zu Rüttelbewegungen angeregt wird. Auf diese Weise wird verhindert, dass sich auf der Innenseite der Kondensatorröhren etc. Wassertropfen bilden können, welche die Kondensation beeinträchtigen würden.

[0041] Die **Fig. 4** zeigt einen Kondensator **24**, der zu Rüttelbewegungen angeregt werden kann. Hierzu ist der Kondensator **24** einerseits pendelnd gelagert und andererseits mit dem Schwingungsgenerator **46**

verbunden. Im dargestellten Beispiel ist der Kondensator 24 im Bereich seines oberen Endes um eine horizontale Achse 59 pendelnd an einem gestellfesten Lagerbock 60 aufgehängt und im Bereich seines unteren Endes mit dem gestellfest angeordneten Schwingungsgenerator 46 verbunden, dem eine Rückstellfeder 61 zugeordnet ist. Der Kondensator 24 ist ein- und ausgangsseitig mit flexiblen Leitungsanschlüssen 62 versehen und hierüber mit fest installierten Leitungen verbindbar.

[0042] Die Frequenz der mit dem Schwingungsgenerator 46 erzeugbaren Schwingungen kann im Bereich zwischen 5 – 20 000 Hz liegen. Die optimale Frequenz muss im Einzelfall durch Versuche ermittelt werden. Bei günstiger Frequenzwahl lässt sich eine Steigerung der Effektivität des Kondensators um bis zu 60% erreichen. Der Grund ist darin zu sehen, dass in Folge der Rüttelbewegungen das auf der Innenseite der Kondensatorröhren sich niederschlagende Wasser vor einer größeren Tropfenbildung abläuft, wodurch eine vom Wasser bewirkte Isolation verhindert und damit der Wärmedurchgang durch die Kondensatorröhren verbessert wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Reinflüssigkeit aus einer Rohflüssigkeit, insbesondere zur Erzeugung von Süßwasser, aus Salzwasser, durch in einer Verdampfungseinrichtung (10) unter Unterdruck stattfindende Verdampfung der Rohflüssigkeit und Kondensation des Dampfes in einer mit dem Dampfaustritt der Verdampfungseinrichtung (10) verbundenen Kondensationseinrichtung (23), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verdampfungseinrichtung (10) und die Kondensationseinrichtung (23) in voneinander getrenntem Zustand mit Rohflüssigkeit bzw. Reinflüssigkeit gefüllt und anschließend jeweils durch Volumenvergrößerung unter hermetischem Abschluss mit Unterdruck beaufschlagt werden und dass die Verdampfungseinrichtung (10) und die Kondensationseinrichtung (23) erst in unter Unterdruck stehendem Zustand strömungsmäßig miteinander verbunden werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohflüssigkeit in einem Erhitzer (11) erwärmt wird und dass der Dampf in einem dem Erhitzer (11) zugeordneten Separator (12) von Wasser getrennt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensationseinrichtung (23) während des Kondensationsbetriebs gekühlt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Dampf in die Kondensationseinrichtung (23) unter Verwendung von aus der Kondensationseinrichtung

(23) entnommener Reinflüssigkeit injiziert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensationseinrichtung (23) während des Kondensationsbetriebs zu Rüttelbewegungen angeregt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (10) aus einem höher gelegenen Rohwassertank (1) befällt und bei Bedarf nachgeladen wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensationseinrichtung (23) aus einem höher gelegenen Reinwassertank (20) befällt wird, in den das kondensierte Wasser durch Volumenverkleinerung verdrängt wird.

8. Vorrichtung zur Erzeugung einer Reinflüssigkeit aus einer Rohflüssigkeit, insbesondere zur Erzeugung von Süßwasser aus Salzwasser, mit wenigstens einer Verdampfungseinrichtung (10), die mit Rohflüssigkeit versorgbar ist und in der ein Unterdruck erzeugbar ist, und mit wenigstens einer Kondensationseinrichtung (23), die über eine Verbindungsleitung (47) mit Dampf aus wenigstens einer vorgeordneten Verdampfungseinrichtung (10) beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass jede Verdampfungseinrichtung (10) mit einem an ihren unteren Bereich angeschlossenen, einen in der Größe veränderbaren Arbeitsraum (9) aufweisenden Pumpenaggregat (3) ein Gefäßsystem bildet, das bei verkleinertem Arbeitsraum (9) mit Rohflüssigkeit befüllbar und durch Vergrößern des Arbeitsraums (9) in hermetisch abgeschlossenem Zustand mit einem Unterdruck beaufschlagbar ist, dass die dem Kondensat zugeordnete Seite der Kondensationseinrichtung (23) mit einem an ihren unteren Bereich angeschlossenen, einen in der Größe veränderbaren Arbeitsraum (27) aufweisenden Pumpenaggregat (25) ein Gefäßsystem bildet, das bei verkleinertem Arbeitsraum (27) mit Reinflüssigkeit befüllbar und durch Vergrößern des Arbeitsraums (27) in hermetisch abgeschlossenem Zustand mit einem Unterdruck beaufschlagbar ist und dass in der Verbindungsleitung (47) eine Absperrrichtung (48) vorgesehen ist, welche die Verbindungsleitung (47) nur bei maximal vergrößerten Arbeitsräumen (9 bzw. 27) freigibt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfungseinrichtung (10) wenigstens einen Erhitzer (11) und einen diesem nachgeordneten Separator (12) enthält.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem eine Verdampfungseinrichtung (10) enthaltenden Gefäßsystem ein höher

gelegener Rohwassertank (1) zugeordnet ist, der über eine absperzbare Ladeleitung (13) mit dem unteren Bereich des zugeordneten Gefäßsystems verbunden ist, das eine von seinem oberen Bereich abgehende, absperzbare Entlüftungseinrichtung (19) aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 – 10, dadurch gekennzeichnet, dass dem die Kondensatorseite einer Kondensationseinrichtung (23) enthaltenden Gefäßsystem ein höher gelegener Reinwassertank (20) zugeordnet ist, der über eine absperzbare Ladeleitung (32) mit dem unteren Bereich des zugeordneten Gefäßsystems und durch eine mit einem in Richtung Reinwassertank (20) öffnenden Rückschlagventil (38) versehene Entladeleitung (37) mit dem oberen Bereich des zugeordneten Gefäßsystems verbunden ist, das eine von seinem oberen Bereich abgehende, absperzbare Entlüftungseinrichtung (36) aufweist.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 11, dadurch gekennzeichnet, dass das mögliche Vergrößerungsvolumen des Arbeitsraums (27) des zum kondensatorseitigen Gefäßsystem gehörenden Pumpenaggregats (25) größer als das Fassungsvermögen der zugeordneten Kondensationseinrichtung (23), vorzugsweise mehr als doppelt so groß, ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Vergrößerungsvolumen des Arbeitsraums (9) des zum verdampferseitigen Gefäßsystem gehörenden Pumpenaggregats (3) höchstens dem Fassungsvermögen des Separators (12) der zugeordneten Verdampfungseinrichtung entspricht, vorzugsweise kleiner als dieses, ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpenaggregate (3 bzw. 25) jeweils einen in einem Zylinder angeordneten Verschiebekolben (4 bzw. 26) aufweisen, der mit dem mit einem vorzugsweise hydraulischen Druckmittel beaufschlagbaren, in einem Zylinder angeordneten Kolben (6 bzw. 29) eines gleichhubigen Antriebsaggregats (7 bzw. 30) verbunden ist.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Erhitzer (11) der Verdampfungseinrichtung (10) direkt oder indirekt beheizbar ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Erhitzer (11) als Sonnenkollektor ausgebildet ist oder dass dem Erhitzer (11) ein Sonnenkollektor (52) zugeordnet ist.

17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Erhitzer (11b) in einen Wärmetauscher (53) integriert ist, dessen andere Seite als Kondensationseinrichtung (23a) einer anderen Verdampfungseinrichtung (10a) ausgebildet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (53) als Plattenwärmetauscher ausgebildet ist.

19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensationseinrichtung (23) eine an einen mit Rohflüssigkeit beaufschlagbaren Kühlwasserkreislauf angeschlossene Kühleinrichtung, vorzugsweise in Form einer Sprüheinrichtung (39) zugeordnet ist.

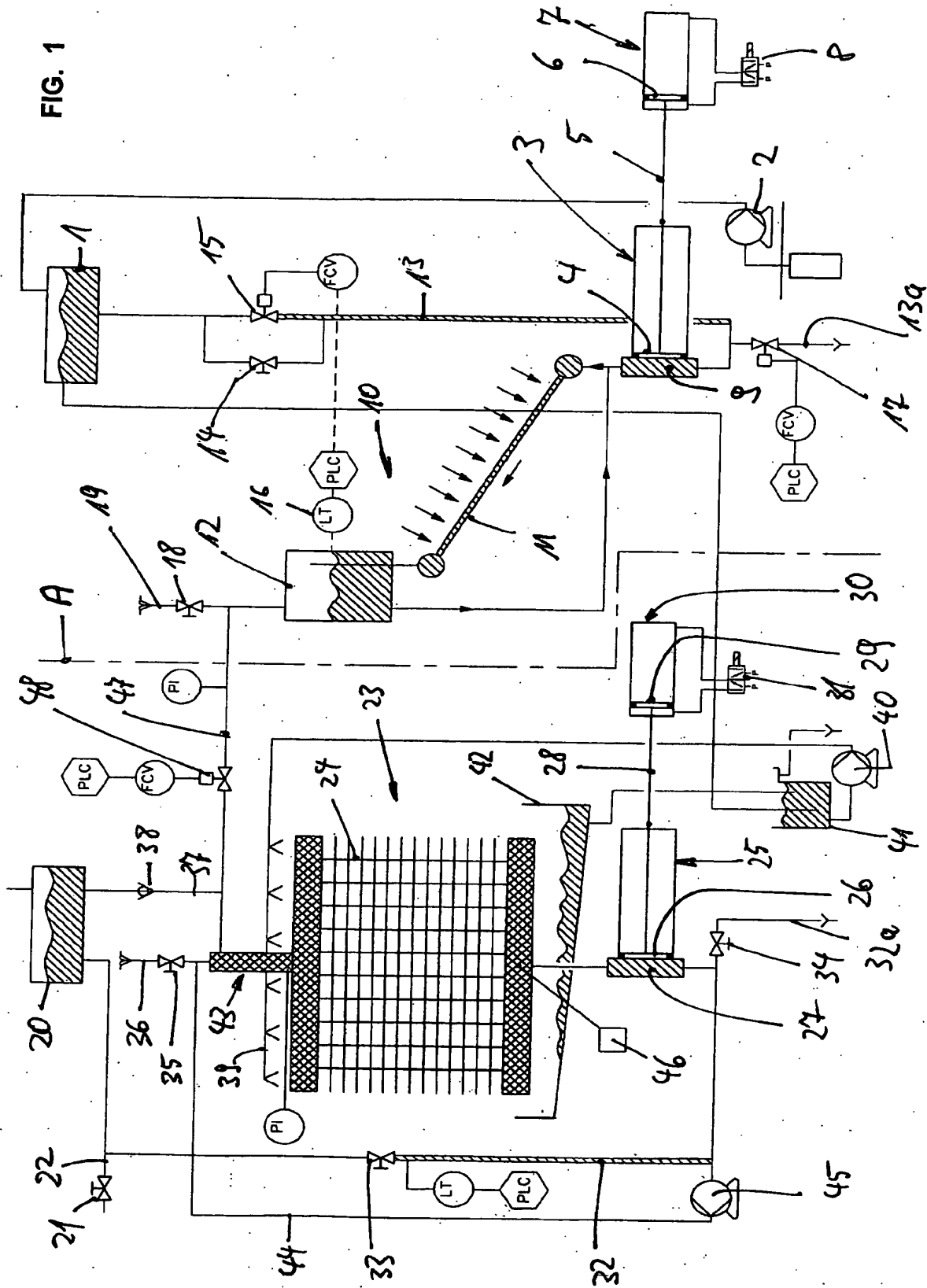
20. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 19, dadurch gekennzeichnet, dass dem Dampfeingang der Kondensationseinrichtung (23) eine Injektoreinrichtung (43) zugeordnet ist, die ein Venturirohr (55) aufweist, dessen mit einem Reinflüssigkeitsstrahl beaufschlagbarer Innenraum über im Bereich einer Einschnürung vorgesehene Eingänge (57) mit einem mit Dampf beaufschlagbaren Ringraum (58) verbunden ist.

21. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 8 – 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensationseinrichtung (23) pendelnd gelagert und mit einem Schwingungsgenerator (46) verbunden ist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die mit einem Schwingungsgenerator (46) verbundene Kondensationseinrichtung (23) ein- und ausgangsseitig mit flexiblen Leitungsanschlüssen (62) versehen ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

FIG. 1



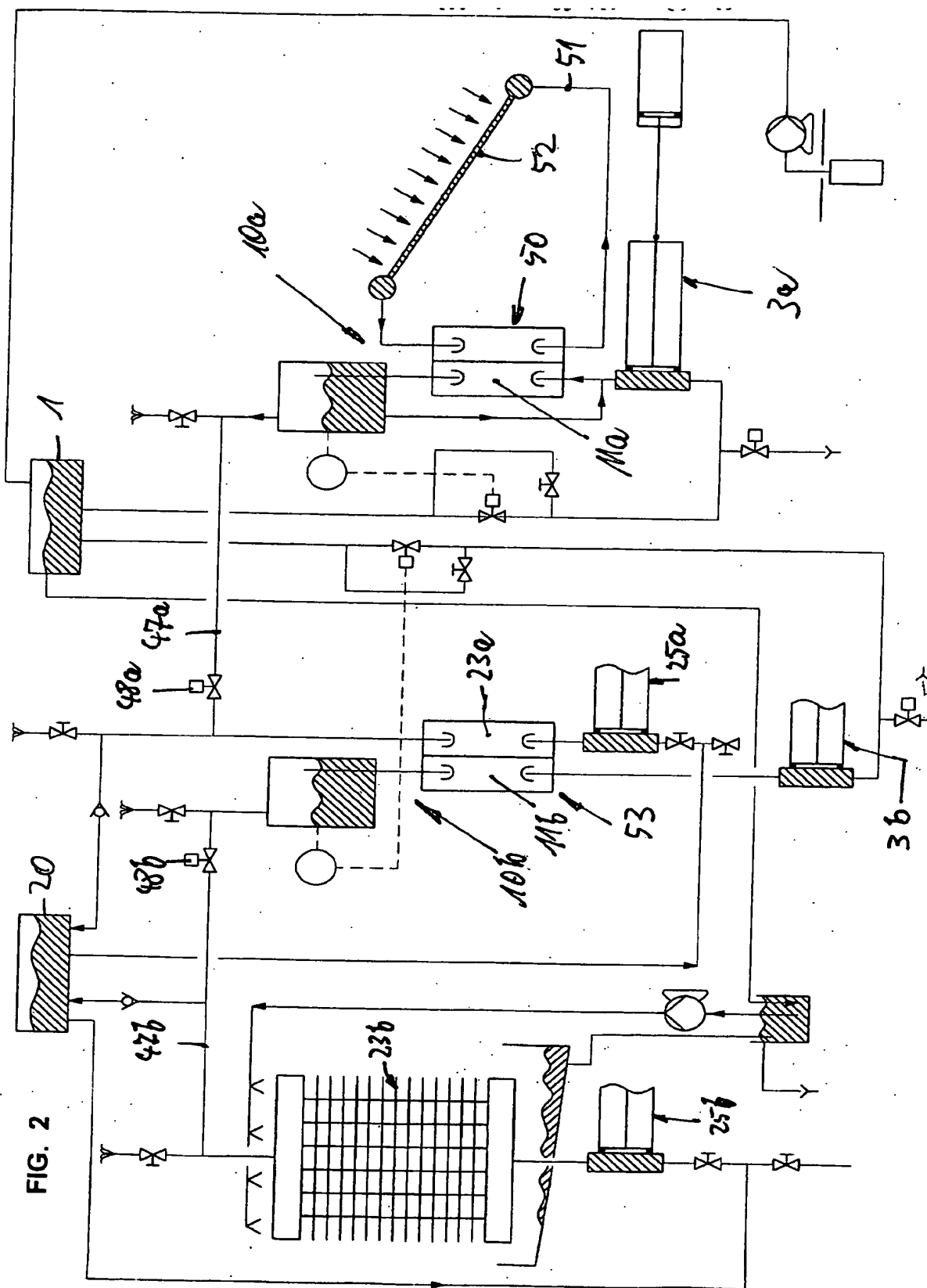


FIG. 4

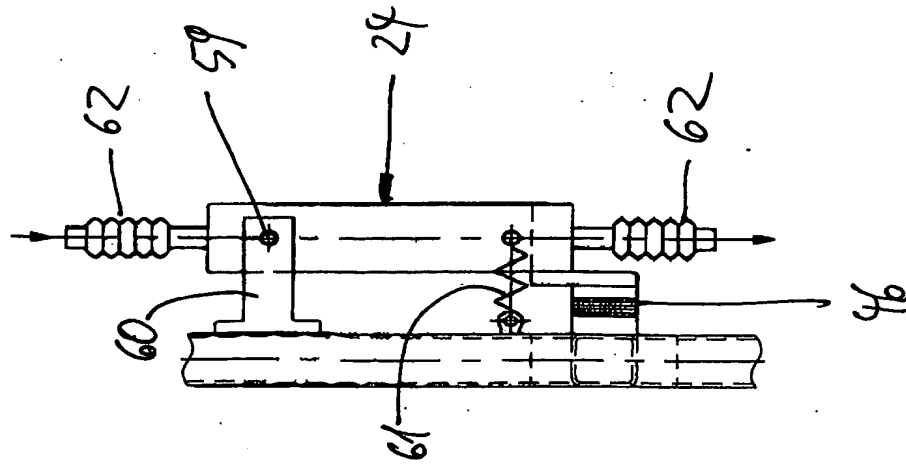
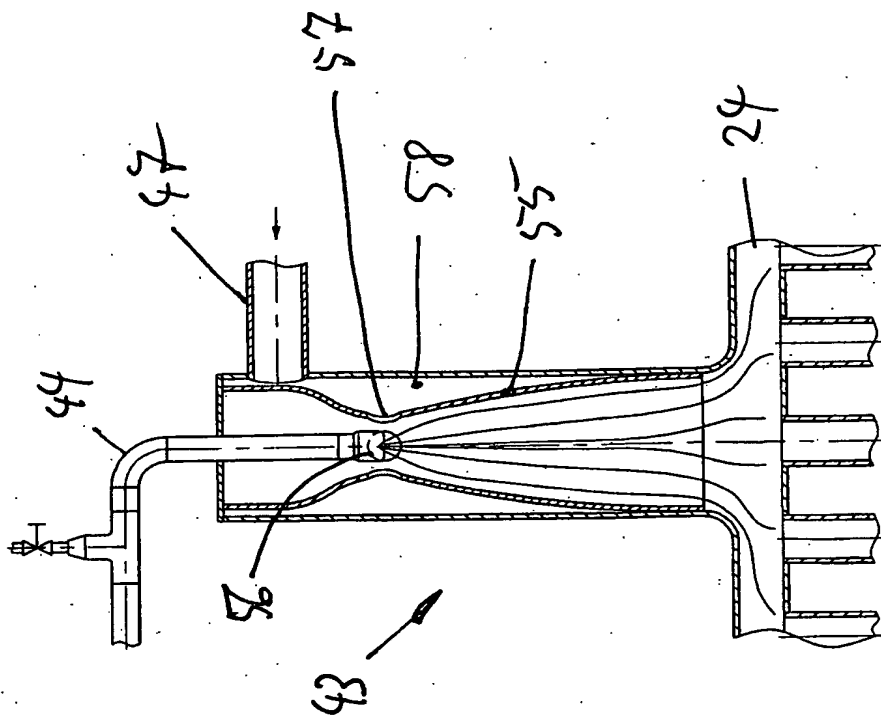


FIG. 3



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**